

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

PRIORITY DOCUMENT

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

18 OCT. 1996

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef de Division

Yves CAMPENON

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis rue de Saint Petersburg
75800 PARIS Cedex 08
Telephone : (1) 42 94 52 52
Telexcopie : (1) 42 93 59 30

0160

This Page Blank (uspto)

REQUETE

EN DÉLIVRANCE D'UN
TITRE DE PROPRIÉTÉ
INDUSTRIELLE *

1

a	<input checked="" type="checkbox"/> BREVET D'INVENTION
b	<input type="checkbox"/> CERTIFICAT D'UTILITÉ
c	<input type="checkbox"/> DEMANDE DIVISIONNAIRE
d	<input type="checkbox"/> TRANSFORMATION D'UNE DEMANDE DE BREVET EUROPÉEN

Pour a et d, précisez : Nature, N° et date de la
demande initiale

2 OPTIONS OBLIGATOIRES au moment du dépôt (sauf pour le certificat d'utilité)

LE DEMANDEUR REQUIERT
L'ÉTABLISSEMENT DIFFÈRE
DU RAPPORT DE RECHERCHE *

☐ OUI

☒ NON

SI L'OPTION CHOISIE EST NON ET
SI LE DEMANDEUR EST UNE
PERSONNE PHYSIQUE IL
REQUIERT LE PAIEMENT
ÉCHELONNÉ DE LA REDEVANCE
DE RAPPORT DE RECHERCHE

☐ OUI

☐ NON

NATURE

NUMÉRO

DATE DE LA DEMANDE INITIALE

DATE DE REMISE DES PIÈCES

23 OCT. 1995

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL

95 12672

DATE DE DÉPÔT

23 OCT 1995

CODE POSTAL DU LIEU DE DÉPÔT

NI - 06

4 NUMÉRO DU POUVOIR PERMANENT

5 RÉFÉRENCE DU CORRESPONDANT

6 TÉLÉPHONE DU CORRESPONDANT

3 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI TOUTE LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE

Institut EURECOM
2229, route des Crêtes, BP 193
06904 SOPHIA ANTIPOLIS

7 TITRE DE L'INVENTION

*Dispositif et procédé de communication hybride numérique-analogique sur
un canal téléphonique*

8 DEMANDEUR(S) : Nom et Prénoms (souligner le nom patronymique) ou dénomination et forme juridique

Institut EURECOM G.I.E.

N° SIREN

9 ADRESSE(S) COMPLÈTE(S)

2229, route des Crêtes, BP 193
06904 SOPHIA ANTIPOLIS

PAYS

10 NATIONALITÉ(S)

française

☒ DE DÉPÔT

REDEVANCES VERSÉES

☒ DE RAPPORT DE RECHERCHE

☐ DE REVENDICATION DE PRIORITÉ

☐ DE REVENDICATION (à partir de la 11^{ème})

11 INVENTEUR(S)

LE DEMANDEUR EST L'UNIQUE
INVENTEUR *

☐ OUI

Si la réponse est: non voir notice explicative

☒ NON

12

SI LE DEMANDEUR EST UNE PERSONNE
PHYSIQUE NON IMPOSABLE, IL
REQUIERT OU A REQUIS LA RÉDUCTION
DES REDEVANCES *

☐ OUI

☐ NON

13 DÉCLARATION DE PRIORITÉ

DU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE
LA DATE DE DÉPÔT D'UNE
DEMANDE ANTÉRIEURE

PAYS D'ORIGINE

DATE DE DÉPÔT

NUMÉRO

14

DIVISIONS

ANTÉRIEURES À LA
PRÉSENTE DEMANDE

N°

N°

N°

N°

15 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE
NOM ET QUALITÉ DU SIGNATAIRE-N° D'INSCRIPTION

A. PERRY
Secrétaire Général

SIGNATURE DU PRÉPOSÉ À LA RÉCEPTION

Isabelle MAHE

SIGNATURE APRES ENREGISTREMENT DE LA DEMANDE À L'INPI

Division Administrative des Brevets

DÉSIGNATION DE L'INVENTEUR

(si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

N° d'enregistrement national

9512672

Titre de l'invention : *Dispositif et procédé de communication hybride numérique-analogique sur un canal téléphonique*

Le (s) soussigné (s) *Antoine PERRY, Secrétaire Général de l'Institut EURECOM*

désigne (nt) en tant qu'inventeur (s) (*indiquer nom, prénoms, adresse et souligner le nom patronymique*) :

Mr. Pierre HUMBLET

*65, Bd Montfleury
06400 CANNES*

NOTA : *A titre exceptionnel, le nom de l'inventeur peut être suivi de celui de la société à laquelle il appartient (société d'appartenance) lorsque celle-ci est différente de la société déposante ou titulaire.*

Date et signature (s) du (des) demandeur (s) ou du mandataire



La présente invention concerne un dispositif de communication hybride numérique-analogique, sur un canal téléphonique.

5 La croissance du parc d'ordinateurs personnels installés et l'éclosion de nouveaux services télématiques témoignent du potentiel de croissance du volume des communications en ligne. Alors que la situation actuelle est satisfaisante pour les gros utilisateurs qui sont à
10 même de connecter leurs réseaux internes à des services extérieurs par l'intermédiaire de réseaux de transmission à haut débit ou de lignes louées, le coût de telles solutions est trop élevé pour de petites entreprises ou des particuliers.

15 Il apparaît certain que cette situation va évoluer, et que la nécessité de distribuer des services impliquant un débit de transmission élevé jusque vers les résidences des particuliers, sera à l'origine d'un réseau à large bande généralisé. Mais un tel réseau a peu de
20 chances d'être déployé de façon universelle avant plusieurs années, voire dizaines d'années.

En attendant la disponibilité d'un tel réseau à haut débit, les particuliers, les écoles, les petites entreprises doivent se résoudre à transmettre des données
25 sur le réseau téléphonique. Pour cela, ils ont le choix entre deux technologies connues. La solution la plus répandue consiste à utiliser des modems fonctionnant à un débit de 14,4 Kb/s ou 28,8 Kb/s. Une solution plus onéreuse consiste à utiliser le réseau RNIS, qui possède
30 deux canaux de données à 64 Kb/s et un canal de signalisation à 16 Kb/s. Cependant cette deuxième solution n'est pas disponible partout, et nécessite un investissement important pour les utilisateurs sous la forme de tarifs d'abonnement plus élevés et de matériel
35 de communication adapté.

L'invention a pour but de proposer une troisième alternative, qui soit en mesure d'utiliser les avantages d'un réseau comme par exemple le réseau RNIS, et notamment une vitesse de transmission plus élevée, de l'ordre de 64 Kb/s, tout en n'entraînant pas de surcoût notable pour les utilisateurs par rapport au coût des solutions classiques fonctionnant à 14,4 Kb/s.

A cet effet, l'invention concerne un dispositif de communication entre un adaptateur numérique relié à un central par l'intermédiaire d'une interface numérique, notamment de type RNIS, et un adaptateur analogique relié à un central par l'intermédiaire d'une interface analogique, lesdits centraux étant reliés par l'intermédiaire d'un réseau de télécommunications, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de liaison directe entre l'adaptateur numérique et l'adaptateur analogique, l'information numérique de l'adaptateur numérique étant envoyée à l'adaptateur analogique, et réciproquement, sous forme numérique sans émuler un signal analogique.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention:

- lesdits moyens de liaison directe comportent, dans le sens de transmission allant de l'adaptateur numérique vers l'adaptateur analogique, un transmetteur numérique situé dans l'adaptateur numérique et apte à transmettre à un récepteur analogique situé dans l'adaptateur analogique, des impulsions analogiques dont les niveaux de tension représentent l'information transmise de l'adaptateur numérique vers l'adaptateur analogique;

- lesdits moyens de liaison directe comportent, dans le sens de transmission allant de l'adaptateur analogique vers l'adaptateur numérique, un transmetteur analogique situé dans l'adaptateur analogique et apte à transmettre à un récepteur numérique situé dans l'adaptateur numérique, un signal analogique tel que lors

de son échantillonnage par l'interface analogique du central, vaudra un niveau de quantification déterminé par une information numérique transmise par l'adaptateur analogique à l'adaptateur numérique;

5 - le récepteur analogique comporte un égaliseur linéaire adaptatif connecté en entrée à la sortie d'un convertisseur analogique/numérique, et connecté en sortie à l'entrée d'un égaliseur de sortie relié à l'équipement de l'utilisateur, de sorte que la réponse en sortie de l'
10 égaliseur linéaire adaptatif est une réponse de classe IV.

- ledit égaliseur de sortie est un égaliseur à retour de décision ou un égaliseur de Viterbi.

- le transmetteur de l'adaptateur analogique
15 comporte un codeur de ligne suivi d'un filtre de prédistortion qui synthétise une réponse partielle de classe IV.

- lesdits moyens comportent, du côté de l'adaptateur numérique, un sélecteur de n niveaux, n
20 étant notamment égal à 64, représentés sous la forme d'un octet, parmi $N = 256$ niveaux de quantification possibles, ledit sélecteur de niveaux étant connecté en entrée à l'équipement de l'utilisateur et en sortie à une interface numérique;

25 - l'adaptateur numérique comporte un décodeur de ligne et de canal connecté en entrée à la sortie d'un convertisseur linéaire utilisant une loi de conversion de type A, et connecté en sortie à l'équipement de l'utilisateur.

30 L'invention concerne également un procédé de transmission directe entre un adaptateur analogique et un adaptateur numérique, de façon bidirectionnelle. Dans le sens de transmission allant de l'adaptateur numérique vers l'adaptateur analogique, ce procédé est caractérisé
35 en ce qu'il comporte des étapes consistant à:

- prendre un groupe de bits provenant d'une source de données numériques, par exemple un groupe de 6 bits;

- choisir un parmi n ($n = 64$) niveaux présélectionnés parmi N (notamment $N = 256$) niveaux de tension, chaque niveau étant représenté sous forme numérique par un octet;

- envoyer successivement les octets correspondant à la sélection d'un parmi n niveaux à travers le réseau numérique vers un adaptateur analogique, de façon à produire dans l'adaptateur analogique des signaux dont l'amplitude est sensiblement égale aux niveaux représentés par chaque octet, les signaux correspondant à des octets successifs interférant les uns avec les autres pour produire dans l'adaptateur analogique un signal analogique résultant;

- égaliser ledit signal analogique résultant de façon à éliminer les interférences;

- mesurer l'amplitude du signal analogique résultant et en déduire la valeur numérique de l'octet;

- à partir de la valeur numérique de l'octet, reconstituer le groupe de bits et l'envoyer à un récepteur de données numériques.

Le procédé de transmission d'un adaptateur analogique vers un adaptateur numérique dans un système de communication, est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à:

- prendre un groupe de bits provenant d'une source de données connectée au système de communication;

- sélectionner un signal analogique ayant une amplitude correspondant à la valeur numérique du groupe de bits, les signaux correspondant à des groupes successifs interférant les uns avec les autres et ayant une forme telle qu'au moment où le signal analogique est échantillonné dans l'interface analogique de la centrale, sa valeur soit sensiblement égale à un niveau de

quantification parmi N niveaux de quantification prédéterminés, de sorte que suite à l'échantillonnage du signal analogique, un octet apparaisse dans l'adaptateur numérique, représentant ledit niveau de quantification;

5 - traiter les octets successifs de façon à éliminer l'interférence entre les signaux successifs et retrouver la valeur des groupes de bits.

 - transmettre la valeur numérique des groupes de bits retrouvés à l'équipement de l'utilisateur.

10

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif, et aux dessins ci-annexés, dans lesquels:

 - la figure 1 représente un schéma de principe
15 du dispositif de communication mettant en oeuvre l'invention;

 - la figure 2 représente un graphe du débit de transmission maximal pour une loi de quantification de type A, en fonction de la distance minimale entre les n
20 niveaux choisis de quantification;

 - la figure 3 représente un schéma de principe d'un adaptateur numérique adapté au dispositif selon l'invention;

 - la figure 4 représente un schéma de principe
25 d'un adaptateur analogique adapté au dispositif selon l'invention;

On se réfère à la figure 1. On a représenté dans cette figure l'architecture générale d'un dispositif de communication 1 utilisant un réseau commuté public 2
30 pour les transmissions entre deux centraux 3,4 reliés respectivement, d'un premier côté, à un adaptateur numérique 5 par une interface numérique 7, et de l'autre côté, à un adaptateur 6 dit analogique, c'est-à-dire connecté par une simple interface téléphonique classique
35 8.

Un serveur numérique 9, qui est par exemple un serveur hébergeant des applications à haut débit, est connecté au central numérique 3 par une ligne 7 et un adaptateur numérique 5 du serveur 9.

5 Le terminal 35 est notamment sous la forme d'un ordinateur personnel connecté à l'adaptateur analogique 6. L'adaptateur et un téléphone 10 sont connectés par la simple ligne téléphonique 8 au central 4. Sur la ligne analogique 8 transitent donc des
10 informations analogiques: la voix de l'utilisateur du téléphone 10, ou des informations numériques issues de ou dirigées vers l'adaptateur analogique 6.

Grâce à cette architecture, qui est connue dans le cas où l'adaptateur analogique est un modem classique, il
15 est possible d'appeler une ligne analogique classique 8 à partir d'un serveur 9, et réciproquement. Cette possibilité est déjà utilisée pour transmettre de la parole ou des données. Quand le signal numérique en provenance d'un adaptateur numérique 5 arrive, après son
20 transport par le réseau 2, jusqu'au central téléphonique 4, les octets du signal numérique sont transformés, par un convertisseur numérique/analogique intégré au central 4, en des niveaux de tension, et ceci avec une fréquence d'échantillonnage qui est normalement de 8000 fois par
25 seconde. Cette conversion numérique/analogique (N/A) a lieu suivant une loi de conversion, par exemple la loi "A" en Europe, ou la loi « μ » dans d'autres parties du monde. Dans l'autre direction, c'est-à-dire dans le sens de l'adaptateur analogique 6 vers l'adaptateur numérique
30 5, la tension analogique reçue par le central 4 est numérisée par un échantillonneur et représentée par des octets. Ces octets, après transport par le réseau 2, sont transmis à l'adaptateur numérique 5.

Globalement, une connexion telle que celle décrite
35 ci-dessus permet à un adaptateur numérique 5 de communiquer avec un adaptateur analogique 6.

Traditionnellement, l'adaptateur numérique 5 envoie une séquence d'octets qui, après une transformation utilisant une loi précitée, correspondent à un signal de parole, ou à un signal de modem classique. Ce signal est alors
5 traité normalement, dans le cas de la téléphonie, il est directement transmis à l'écouteur du combiné téléphonique 10. De façon similaire, l'adaptateur analogique 6 est traditionnellement constitué par un modem. Les opérations inverses sont effectuées dans l'autre direction de
10 transmission.

L'invention propose une autre méthode de transmission entre un adaptateur analogique 6 et un adaptateur numérique 5, et un dispositif correspondant.

Le principe de l'invention est expliqué en liaison
15 avec la figure 2, qui représente le compromis qui existe entre la vitesse de transmission (en kilobits/seconde sur l'échelle des ordonnées) et la résistance au bruit. Si l'on souhaite transmettre à 64 Kb/s, tous les 256 niveaux de quantification possibles à partir de huit bits ($2^8 =$
20 256) doivent être utilisés. Cependant, pour une transmission soumise à un bruit Gaussien, la probabilité d'erreur au cours de la transmission dépend de la distance minimale d_{\min} (en abscisse de la figure 2) entre deux niveaux adjacents de l'échelle de quantification, et
25 cette relation est représentée dans la figure 2, pour une loi de conversion de type A. On constate de façon surprenante qu'en augmentant la distance minimale d_{\min} entre niveaux de 2 à 4, on ne perd pas la moitié des niveaux de quantification, mais seulement 33 niveaux sur
30 256. Il en résulte de façon similaire qu'une transmission à environ 48 Kb/s reste possible en n'utilisant que 64 niveaux de quantification séparés d'une distance de $d_{\min} = 128$.

Les étapes du procédé de transmission dans les deux sens sont alors les suivantes, quand le signal analogique est quantifié par rapport à $n = 64$ niveaux, permettant un débit de 48 Kb/s.

5 Pour le procédé de transmission d'un adaptateur numérique vers un adaptateur analogique, les étapes du procédé comprennent les étapes suivantes:

- prendre un groupe de bits provenant d'une source de données numériques, par exemple un groupe de 6
10 bits;

- choisir un parmi n (notamment $n = 64$) niveaux présélectionnés parmi N (notamment $N = 256$) niveaux de tension, chaque niveau étant représenté sous forme numérique par un octet transmis 8000 fois par seconde;

15 - envoyer successivement les octets correspondant à la sélection de n niveaux à travers le réseau numérique vers un adaptateur analogique, de façon à produire dans l'adaptateur analogique des signaux dont l'amplitude est sensiblement égale aux niveaux
20 représentés par chaque octet, les signaux correspondant à des octets successifs interférant les uns avec les autres pour produire dans l'adaptateur analogique un signal analogique résultant;

- égaliser ledit signal analogique résultant de
25 façon à éliminer les interférences;

- mesurer l'amplitude du signal analogique résultant et en déduire la valeur numérique de l'octet;

- à partir de la valeur numérique de l'octet, reconstituer le groupe de bits et l'envoyer à un
30 récepteur de données numériques.

Le procédé de transmission d'un adaptateur analogique vers un adaptateur numérique dans un système de communication, comporte les étapes consistant à:

- prendre 8000 fois par seconde un groupe de bits provenant d'une source de données connectée au système de communication;

5 - sélectionner un signal analogique ayant une amplitude correspondant à la valeur numérique du groupe de bits, les signaux correspondant à des groupes successifs interférant les uns avec les autres, et ayant une forme telle qu'au moment où le signal analogique est échantillonné dans l'interface analogique de la centrale
10 4, sa valeur soit sensiblement égale à un niveau de quantification parmi N niveaux de quantification prédéterminés, de sorte que suite à l'échantillonnage du signal analogique, un octet apparaisse dans l'adaptateur numérique, représentant ledit niveau de quantification;

15 - traiter les octets successifs de façon à éliminer l'interférence entre les niveaux successifs et retrouver la valeur des groupes de bits.

- transmettre la valeur numérique des groupes de bits retrouvés à l'équipement de l'utilisateur 9 du
20 terminal numérique.

En somme, le procédé de transmission n'essaye pas de reconstruire un signal analogique pour la transmission sur la ligne vers l'adaptateur analogique. Au contraire,
25 les octets qui représentent l'information numérique sont directement transformés en niveaux de tension, comme illustré par le dispositif correspondant dans la partie supérieure de la figure 3, qui concerne la partie transmission de l'adaptateur numérique 5. Par exemple,
30 pour communiquer à 48 kb/s, l'adaptateur numérique 5 transforme les bits reçus de l'utilisateur en groupes de 6 bits représentatifs de niveaux de tension (soit $2^6 = 64$ possibilités), envoyés 8000 fois par seconde, et représentant l'un parmi les 256 niveaux de la loi de
35 conversion. Les 64 niveaux ainsi utilisés dans cet exemple sont choisis de manière à être séparés les uns

des autres autant que possible pour fournir une meilleure résistance au bruit. Cette séparation est appelée la distance minimale d_{\min} dans la suite. L'intérêt de cette approche est d'éliminer le bruit de quantification
5 introduit par la loi de conversion.

Il est à noter que l'on peut également envisager de façon connue en soi, d'utiliser de la modulation codée en treillis pour obtenir une meilleure résistance au bruit.

Pour l'interfaçage avec l'interface 7, l'adaptateur
10 numérique 5 comporte principalement une partie supérieure (au-dessus du trait interrompu horizontal) constituée par un transmetteur numérique 11, et une partie inférieure 12 constituée par un récepteur numérique. L'entrée du transmetteur numérique 11 est alimentée par une source de
15 données numériques, comme par le serveur 9 (figure 1). L'entrée du transmetteur numérique 11 qui voit passer des octets représentant l'information numérique issue du serveur 9, est reliée, à travers un tampon 13 si une adaptation de débit est nécessaire, à l'entrée d'un
20 sélecteur de niveaux 14, dont la sortie constitue la sortie du transmetteur numérique 11 de l'adaptateur numérique 5. Cette sortie du transmetteur numérique 11 de l'adaptateur numérique 5 est connectée, à travers le réseau 2, à l'entrée de la partie réception de
25 l'adaptateur analogique 6, qui est représentée en partie supérieure 15 de la figure 4, la partie transmission de l'adaptateur analogique 6 étant représentée par la partie inférieure 16 de la figure 4.

Le récepteur 15 de l'adaptateur analogique 6 reçoit
30 en entrée (au haut de la figure 4), une série d'impulsions analogiques dont les niveaux de tension représentent l'information transmise par l'adaptateur numérique de la figure 3. La présence de filtres dans la centrale téléphonique 4 provoque de l'interférence entre

les impulsions successives. Il est donc difficile de les reconnaître et de mesurer leurs niveaux.

Le récepteur analogique 15 de l'invention qui est illustré dans la partie supérieure de la Figure 4, se compose de deux parties principales: un filtre linéaire numérique adaptatif 17 qui "égalise" le signal, transformant l'impulsion distordue provenant du réseau à travers un filtre 18 et un convertisseur analogique/numérique 19, en une impulsion bien contrôlée qui n'introduit de l'interférence qu'entre des niveaux pairs (ou impairs) successifs. Plus précisément, la sortie Y_n du filtre d'égalisation 17 au temps n est donnée par l'expression:

$$Y_n = X_n - X_{n-2}$$

où les X_n sont les niveaux envoyés par l'adaptateur numérique 5.

Ce système d'égalisation est connu en soi comme une "réponse partielle de classe IV". L'invention permet d'appliquer une telle réponse à une situation de communication directe entre un adaptateur numérique 5 et un adaptateur analogique 6.

Pour éviter la propagation d'erreur au récepteur, l'utilisation d'un codage différentiel en 14 est recommandée, comme bien connu en soi.

Par ailleurs, si le filtre linéaire d'égalisation 17 doit être adaptatif, son choix est à la portée de l'homme du métier.

A ce point, il reste à éliminer l'interférence entre symboles qui est exprimée par la relation $Y_n = X_n - X_{n-2}$. A cet effet, deux techniques connues sont utilisables: l'égalisation à retour de décision (DFE) et l'algorithme de Viterbi, représentées par le bloc fonctionnel 20.

Les niveaux X_n produits par le central téléphonique

4 ne sont pas toujours égaux à leurs niveaux nominaux prévus par la loi de quantification. Le récepteur analogique 15 doit donc estimer la valeur réelle des X_n , et ces valeurs réelles doivent être utilisées dans 5 l'égaliseur à retour de décision, ou l'égaliseur de Viterbi 20. L'estimation peut être faite en utilisant une des variations de l'algorithme des moindres carrés, implémenté dans un bloc fonctionnel 21.

Il est à noter que les valeurs réelles des X_n 10 doivent aussi être utilisées dans un annuleur d'écho 22 de l'adaptateur numérique (figure 3). A cet effet, l'adaptateur numérique 5 peut lui aussi procéder à une estimation des valeurs réelles à l'aide d'un bloc fonctionnel similaire au bloc 21 de la figure 4, ou bien 15 utiliser des informations de contrôle correspondantes transmises par l'adaptateur analogique 6. Les liaisons correspondantes ne sont pas représentées dans les figures par simplicité.

20 Dans l'autre direction de transmission de données, c'est-à-dire de l'adaptateur analogique 6 vers l'adaptateur numérique 5, le transmetteur 16 de l'adaptateur analogique illustré au bas de la Figure 4 utilise l'horloge 23 du terminal 6, qu'il a récupérée 25 dans sa section réceptrice 15. Le but de la partie de transmission 16 de l'adaptateur analogique 6 est de produire un signal analogique qui, lors de son échantillonnage, vaudra l'un des niveaux nominaux de la loi de quantification, le niveau en question étant 30 déterminé par l'information numérique transmise par l'adaptateur numérique 5.

L'invention prévoit que la réponse impulsionnelle entre l'adaptateur analogique 6 et la centrale 4 soit mesurée par l'adaptateur numérique 5, et communiquée à 35 l'adaptateur analogique 6 par des messages de contrôle. Sur la base de ces mesures, l'adaptateur analogique 6

synthétise un filtre numérique 24 pour que la réponse totale (ligne 8 + filtres) soit à nouveau une réponse partielle de classe IV. Cette technique est appelée une "prédistortion". Le filtre 24 a aussi un rôle accessoire, 5 celui de produire un signal à un rythme de 16 kHz, notamment à partir d'une entrée à 8 kHz provenant de l'adaptateur analogique 6, pour faciliter la conception du filtre analogique 25 qui suit le convertisseur N/A 26, qui produit un signal analogique à partir d'un signal 10 numérique.

Grâce à l'utilisation du filtre de prédistortion 24, l'équation $Y_n = X_n - X_{n-2}$ est de nouveau applicable, où Y_n désigne cette fois le signal à la centrale 4 et X_n le niveau de sortie du transmetteur analogique 16. Il est 15 nécessaire que Y_n corresponde à un des niveaux de la loi de quantification S_j pour réduire l'influence du bruit. Par conséquent, la relation suivante doit être vérifiée:

$$X_n = X_{n-2} + S_j$$

20

Si on ne prend pas de précautions, suivre cette relation peut conduire à de trop grandes valeurs pour X_n . De nombreuses techniques, connues sous le nom de « codage de ligne » sont disponibles pour résoudre ce problème, 25 par exemple sous la forme d'un codeur de ligne 27. A ce point, l'homme du métier pourra aisément en choisir une en particulier.

L'adaptateur analogique doit aussi éliminer son propre écho, de la même manière que l'adaptateur 30 numérique 5. Les techniques à cet effet sont bien connues et une implémentation apparaît dans la Figure 4, sous la forme d'un filtre d'écho 22.

A la centrale 4, le signal Y_n (le cas échéant corrompu par du bruit) est quantifié et encodé en un 35 octet qui est transmis à la partie réceptrice 12 de

l'adaptateur numérique 5, illustrée au bas de la Figure 3. Là, les octets sont transformés en niveaux linéaires par le bloc de conversion linéaire 28 (utilisant par exemple la loi de conversion A), et l'écho du signal émis par le transmetteur numérique 11 est soustrait en 29, comme représenté dans la Figure 3. Le signal résultant est alors traité par un algorithme de Viterbi dans le bloc fonctionnel 30, ou par un système à retour de décision, et la sortie du bloc 30 est transmise, éventuellement à travers un tampon 31, à l'utilisateur de l'adaptateur numérique 5.

Comme représenté en figure 3, le signal d'erreur (différence entre le signal reçu et le signal idéal) dans le bloc 30 de l'algorithme de Viterbi ou du système à retour de décision, est utilisé pour adapter l'annuleur d'écho 22, et pour estimer l'erreur due à une mauvaise synthèse du filtre de prédistortion 24 dans l'adaptateur analogique 6. L'information de correction (encodée en un bas débit) est multiplexée dans le sélecteur de niveaux 14 avec l'information en provenance de l'utilisateur connecté à l'entrée de l'adaptateur numérique 5 (canal de service), et transmise à l'adaptateur analogique 6. Elle est utilisée dans l'adaptateur analogique pour adapter le filtre de prédistortion 24.

Comme représenté en figure 4, le signal d'erreur dans le bloc 20 correspondant à l'algorithme de Viterbi ou du système à retour de décision est utilisé par les algorithmes d'adaptation 34 pour ajuster le filtre d'écho 22', l'égaliseur linéaire adaptatif 17 et l'horloge locale 23.

Il est évident que comme dans les communications modems classiques, des séquences de reconnaissance et d'apprentissages doivent être échangées lorsque la

communication est établie. Elles servent à initialiser les horloges et les filtres adaptatifs. On doit aussi prévoir que l'une ou l'autre des centrales téléphoniques 3,4 peut utiliser soit la loi A soit la loi μ , et 5 s'adapter en conséquence.

Il résulte de ce qui précède que l'invention atteint ses objectifs, et permet de relier une ligne numérique à une ligne analogique pour envoyer directement et de façon économique de l'information numérique, sans 10 avoir à émuler un signal analogique. Ceci permet de réaliser des transmissions à un débit sensiblement égal à celui d'une ligne numérique à relativement haut débit, tout en utilisant pour la transmission une ligne de téléphone normale.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de communication entre un
5 adaptateur numérique (5) relié à un central (3) par
l'intermédiaire d'une interface numérique (7), notamment
de type RNIS, et un adaptateur analogique (6) relié à un
central (4) par l'intermédiaire d'une interface
analogique (8), lesdits centraux (3,4) étant reliés par
10 l'intermédiaire d'un réseau de télécommunications (2),
caractérisé en ce qu'il comporte des moyens (11,12;15,16)
de liaison directe entre l'adaptateur numérique (5) et
l'adaptateur analogique (6), l'information numérique de
l'adaptateur numérique (5) étant envoyée à l'adaptateur
15 analogique (6), et réciproquement, directement sous forme
numérique sans émuler un signal analogique.

2. Dispositif de communication selon la
revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens
20 (11,12;15,16) de liaison directe comportent, dans le sens
de transmission allant de l'adaptateur numérique (5) vers
l'adaptateur analogique (6), un transmetteur numérique
(11) situé dans l'adaptateur numérique (5) et apte à
transmettre à un récepteur analogique (15) situé dans
25 l'adaptateur analogique (6), des impulsions analogiques
dont les niveaux de tension représentent l'information
transmise de l'adaptateur numérique (5) vers l'adaptateur
analogique (6).

30 3. Dispositif de communication selon la
revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que lesdits
moyens (11,12;15,16) de liaison directe comportent, dans
le sens de transmission allant de l'adaptateur analogique
(6) vers l'adaptateur numérique (5), un transmetteur
35 analogique (16) situé dans l'adaptateur analogique (6) et
apte à transmettre à un récepteur numérique (12) situé

dans l'adaptateur numérique (5), un signal analogique tel que lors de son échantillonnage par l'interface analogique du central (4), vaudra un niveau de quantification déterminé par une information numérique
5 transmise par l'adaptateur analogique (6) à l'adaptateur numérique (5).

4. Dispositif de communication selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le récepteur
10 analogique (6) comporte un égaliseur linéaire adaptatif (17) connecté en entrée à la sortie d'un convertisseur analogique/numérique (19), et connecté en sortie à l'entrée d'un égaliseur de sortie (20) relié à l'équipement de l'utilisateur, de sorte que la réponse en
15 sortie de l'égaliseur linéaire adaptatif (17) est une réponse de classe IV.

5. Dispositif de communication selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit égaliseur de
20 sortie (20) est un égaliseur à retour de décision, ou un égaliseur de Viterbi.

6. Dispositif de communication selon la revendication 2, caractérisé en ce que le transmetteur
25 (16) de l'adaptateur analogique (6) comporte un codeur de ligne (27) suivi d'un filtre de prédistortion (24) qui synthétise une réponse partielle de classe IV.

7. Dispositif de communication selon la
30 revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens (11,12) comportent, du côté de l'adaptateur numérique (5), un sélecteur (14) de n niveaux, n étant notamment égal à 64, représentés sous la forme d'un octet, parmi $N = 256$ niveaux de quantification possibles, ledit sélecteur de
35 niveaux (14) étant connecté en entrée à l'équipement de l'utilisateur et en sortie à une interface numérique.

8. Dispositif de communication selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'adaptateur numérique (5) comporte un décodeur de ligne et de canal (30) connecté en entrée à la sortie de l'interface numérique de l'adaptateur numérique (6), ledit décodeur de ligne et de canal (30) étant connecté en sortie à l'équipement de l'utilisateur (9).
- 10 9. Procédé de transmission d'un adaptateur numérique (5) vers un adaptateur analogique (6) dans un réseau de communication numérique, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à:
- 15 - prendre un groupe de bits provenant d'une source de données numériques (5), par exemple un groupe de 6 bits;
 - choisir un parmi n ($n = 64$) niveaux présélectionnés parmi N (notamment $N = 256$) niveaux de tension, chaque niveau étant représenté sous forme
20 numérique par un octet;
 - envoyer successivement les octets correspondant à la sélection de un parmi n niveaux à travers le réseau numérique vers un adaptateur analogique (6), de façon à produire dans l'adaptateur analogique (6)
25 des signaux dont l'amplitude est sensiblement égale aux niveaux représentés par chaque octet, les signaux correspondant à des octets successifs interférant les uns avec les autres pour produire dans l'adaptateur analogique un signal analogique résultant;
 - 30 - égaliser ledit signal analogique résultant de façon à éliminer les interférences;
 - mesurer l'amplitude du signal analogique résultant et en déduire la valeur numérique de l'octet;
 - à partir de la valeur numérique de l'octet,
35 reconstituer le groupe de bits et l'envoyer à un récepteur (12) de données numériques.

10. Procédé de transmission d'un adaptateur analogique (6) vers un adaptateur numérique (5) dans un système de communication, caractérisé en ce qu'il
5 comporte les étapes consistant à:

- prendre un groupe de bits provenant d'une source de données (6) connectée au système de communication;
- sélectionner un signal analogique ayant une
10 amplitude correspondant à la valeur numérique du groupe de bits, les signaux correspondant à des groupes successifs interférant les uns avec les autres et ayant une forme telle qu'au moment où le signal analogique est échantillonné dans l'interface analogique (8) de la
15 centrale (4), sa valeur soit sensiblement égale à un niveau de quantification parmi N niveaux de quantification prédéterminés, de sorte que suite à l'échantillonnage du signal analogique, un octet apparaisse dans l'adaptateur numérique (5), représentant
20 ledit niveau de quantification;
- traiter les octets successifs de façon à éliminer l'interférence entre les niveaux successifs et retrouver la valeur des groupes de bits.
- transmettre la valeur numérique des groupes
25 de bits retrouvés à l'équipement de l'utilisateur.

FIG. 1

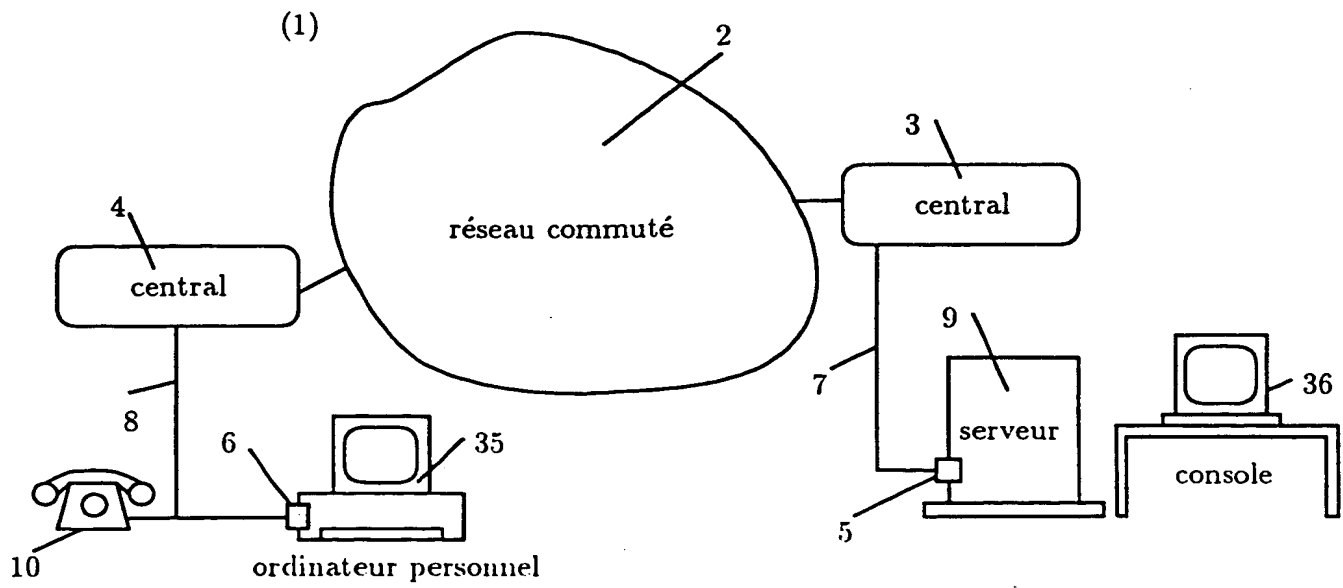


FIG. 2

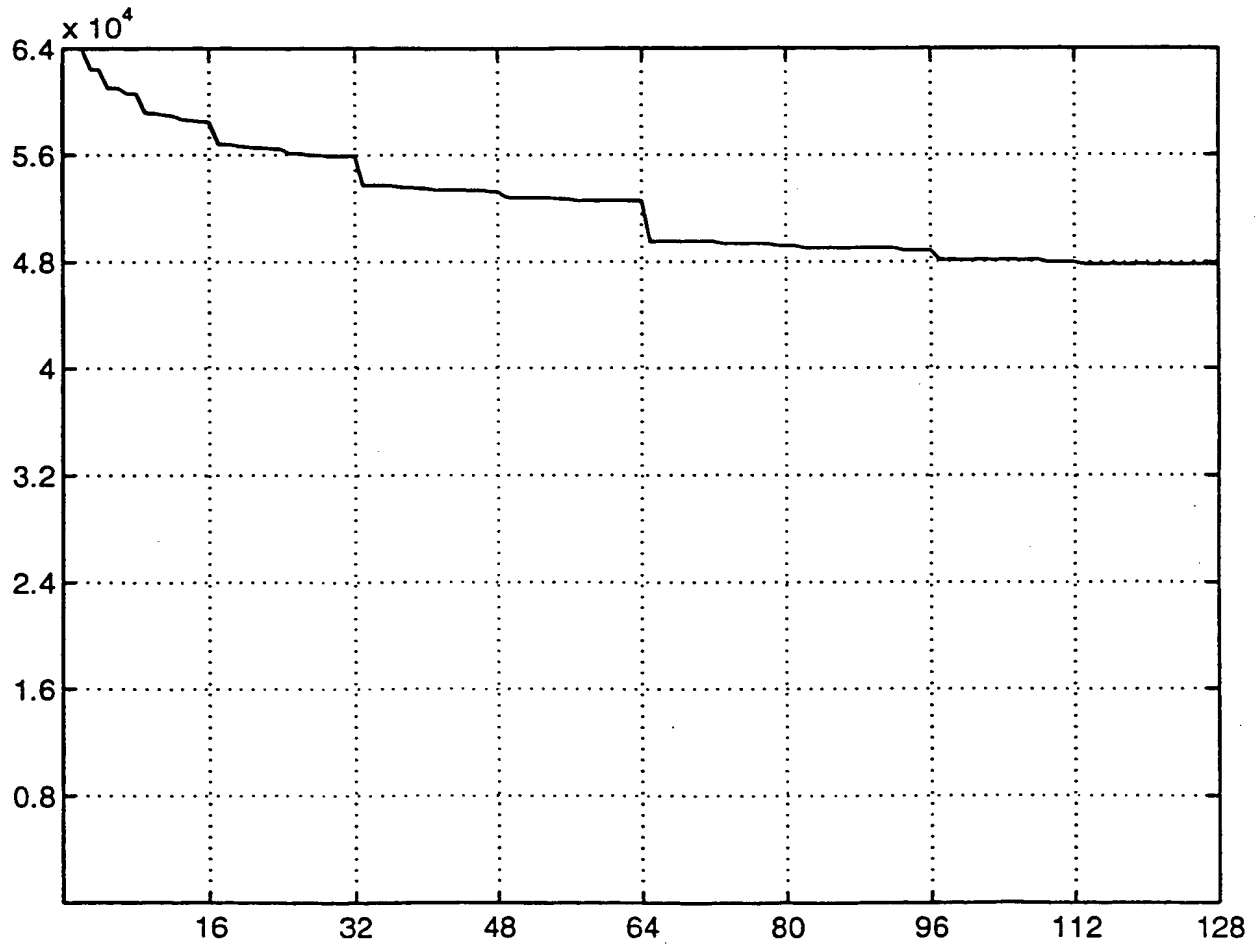
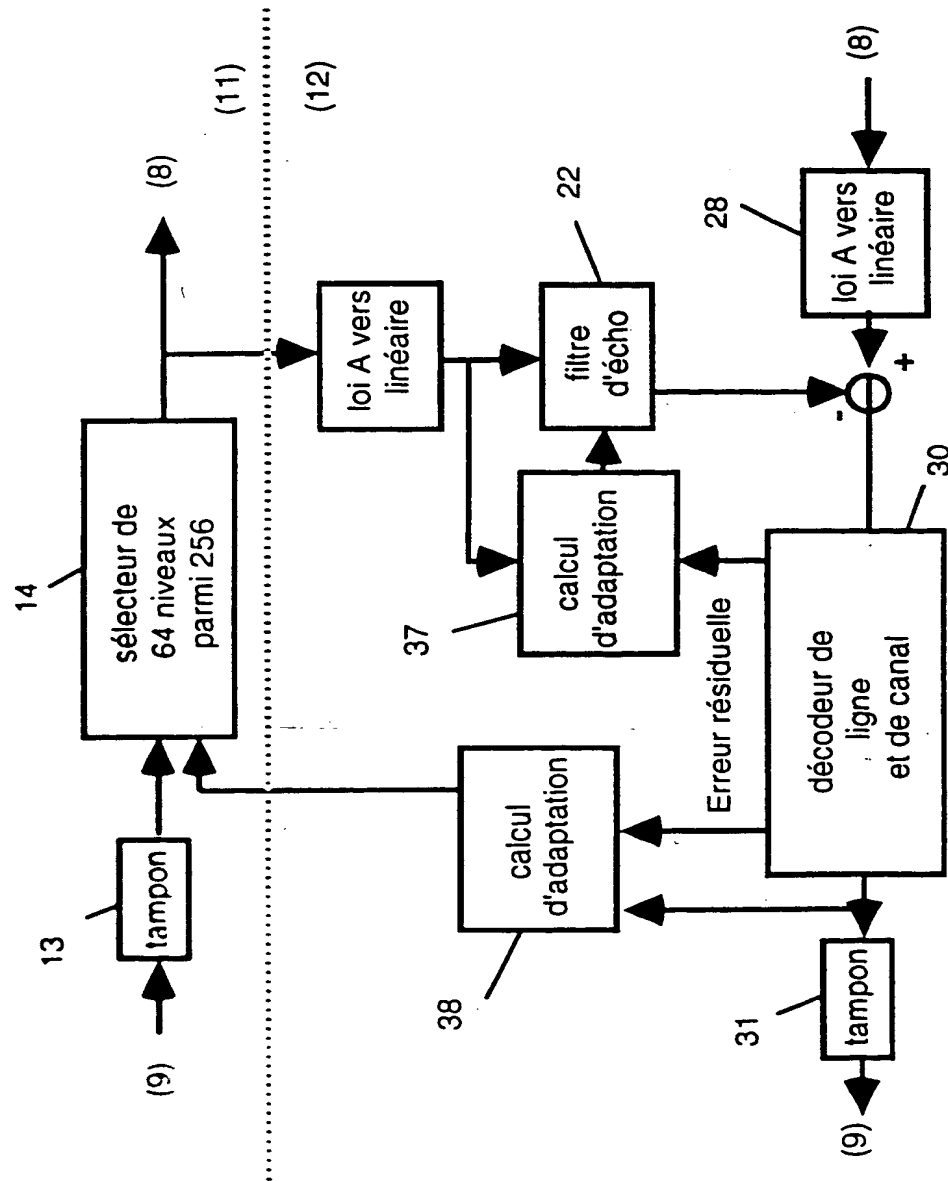


FIG. 3

Adaptateur numérique (5)



The diagram illustrates a digital transmission system with feedback adaptation, divided into two main sections by a vertical dotted line (16).

Transmission Side (Left):

- Input signal (8) enters a filter (18).
- The output of filter (18) goes to an A/D converter (19).
- The output of A/D converter (19) goes to an adaptive linear equalizer (17).
- The output of equalizer (17) goes to a D/A converter (20).
- The output of D/A converter (20) goes to a buffer (21).
- A feedback loop from the buffer (21) goes through a decision filter (Viterbi) (20) back to the equalizer (17).
- An estimator of levels (21) also feeds into the decision filter (20).

Reception Side (Right):

- The signal from the buffer (21) goes to a D/A converter (26).
- The output of D/A converter (26) goes to a filter (25).
- The output of filter (25) produces the final output signal (8).
- A feedback loop from the output (8) goes through a line coder (27) and a pre-distortion filter (24) back to the D/A converter (26).

Adaptation and Control:

- An echo filter (22') is connected to the D/A converter (26) and the decision filter (20).
- An adaptation algorithm (34) receives residual error (34) from the decision filter (20) and provides control signals to the equalizer (17) and the D/A converter (26).
- A clock (23) is shared between the A/D converter (19) and the D/A converter (26).